

氏名	畚野信義 ぶごのぶよし
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第397号
学位授与の日付	昭和46年1月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	STUDY ON MASS SPECTROMETER FOR DIRECT MEASUREMENT OF THE UPPER-ATMOSPHERE COMPOSITION (上層大気組成の直接測定用質量分析器の研究)

論文調査委員 (主査) 教授 前田 憲一 教授 小川 徹 教授 加藤 進

論文内容の要旨

本論文は観測ロケット、人工衛星等宇宙空間飛翔体に搭載し、上層大気、イオンなどの組成を直接に測定する飛翔体搭載用質量分析器に関する研究で、5章よりなっている。

第1章では、現在までに行なわれた観測、理論的研究から知られた上層大気の概要を説明し、つぎに、従来飛翔体用として採用されてきた各種質量分析器の各々について、原理・実例・特徴を記述し、測定高度範囲、測定対象、飛翔体の種類等から見て適応する質量分析器の種類を示し、長時間飛翔体として、低消費電力で、動作が安定、かつ分解能、感度が電氣的に可変な性質を持つ質量分析器の開発の必要性を述べている。

第2章では、第1章の所論から静電磁場を用い、しかも電氣的手段で荷電粒子を制御できる質量分析器の開発について述べている。

まず、その基礎となる軸対称周期磁界、軸対称周期電界、4極周期磁界および4極周期電界中の荷電粒子の運動について調べ、これから質量分析器として用いることのできるものの一つとして、4極周期磁界と4極周期電界の組合せを提案している。

つぎに、この組合せの電磁場中での荷電粒子の運動を追跡し、分析場が有限長の場合および周期磁場の配列の形が異なる場合についてくわしく計算し、前者では、分解能、感度とともに最適条件に変化があること、後者では質量目盛の移動のみがおこることを示し、いずれのときも動作条件を正しくえらべば、質量分析器としての動作に影響がないことを示している。

これらの計算結果にもとづき、2次にわたる試作を行ない、室内実験、宇宙環境模擬実験装置内での実験において所期の目的を満足する結果を得ている。

第3章では、飛翔体上での実験に際して起る特殊な問題とその較正について取扱っている。

飛翔体に測定器を搭載し、直接に上層大気粒子を測定することは、間接的な測定にくらべて、より正確な結果が得られることが期待されるが、一方飛翔体および測定器が測定対象中に侵入し、高速で走行する

ことによる問題が多く発生する。

目的とする測定の高高度範囲から、空気力学的な効果を無視し、ラム効果、圧力効果、電位および電場効果などについて述べ、これらが測定データに与える影響として、飛翔体の速度に対する特性、飛翔体の進行方向と測定器センサーの軸との角度による特性および飛翔体電位、電圧を印加された測定器電極の周囲の電場などによる特性について検討し、いくつかの質量分析器の実例についてくわしい計算を行ない、校正曲線を示し、同一条件下においてもイオンの種類（質量）により異なった特性をもつことを示している。

上層大気中には地上に存在しないような組成が重要な地位を占めているが、特に化学的に活性な組成に対する問題について述べている。

以上の問題に対処するため、分析器の校正法について論じている。高速飛翔に対する特性の校正実験の実例を示し、計算で予測されたものと傾向は一致しているが、絶対値は異なること、したがって校正実験が必要であることを示している。また活性種組成に対する校正の標準として、金属表面吸着現象を利用することが有効であることを示している。

最後に、この目的のためにつくられた飛翔体搭載用質量分析器校正装置について述べている。この装置は、各種気体発生装置、プラズマ源、主校正槽、各種標準器などから成り、単に質量分析器ばかりでなく、超高層プラズマ粒子、各種粒子流、電離層内化学反応などの実験、測定器の校正に使用できるように考案されている。

第4章は、第2章で述べた周期静電磁界型質量分析器のロケット搭載実験について述べている。

搭載用機器の構成、センサーの構造、回路部の設計について詳細に示し、飛翔前校正実験、組立てについて述べ、飛翔実験の結果質量分析器としての動作を確認し、電離層 F 層の主要組成である酸素原子イオンを検出し、結果について検討を行なっている。なお、前回の飛翔実験の経験から分析器の構造につき今後改良すべき点について具体的な方法を述べている。

第5章は、この研究の目的と結果について要約したものである。

論文審査の結果の要旨

ロケットや人工衛星に搭載して、上層大気、イオンの組成を直接測定するための質量分析器には種々の型がある。著者がその実際の経験から述べているところによると、磁場偏向型は消費電力が少なく、回路が簡単であるという点で飛翔体特に衛星用に適しているが、分解能、感度などの調整は機械的な手段によらなければならない。一方調整が電氣的に割合自由に行なえる高周波電圧型は消費電力が大きく、回路が複雑で、動作の安定性、長時間飛翔用としての信頼性の面で問題が多い。ロケット用、衛星用としては消費電力を少なくする必要があるほか、ダイナミックレンジを広くとるため地上からのコマンドによる調整が電氣的にできることが必要である。

著者の提案による周期静電磁界型では、静電磁場を用いる点で小さな消費電力と回路の簡単さにおいて磁場偏向型と同等であるほか、分解能、感度の調整は、イオン加速電圧として加えられる電極電圧の分圧比を変えるだけで簡単に行なうことができるという特徴がある。

著者はその提案した方式について詳細な数学的解析を行ない、計算機によって分析器内における荷電粒子の軌道を計算して、電極構造の設計に対する指針を探究するとともに、2次にわたる試作を行なって、室内および宇宙環境模擬実験装置内で実験し、理論的検討結果が十分信頼しうるものであることを示している。

つぎに、飛翔体上での測定という特殊な条件から、飛翔体の速度、姿勢、電位などによる影響について理論的な評価を行ない、較正が不可避であることを示した。このために較正装置の製作に努力し、各種の気体発生装置、プラズマ源、主較正槽、各種の標準器からなる総合的較正装置を設計製作した。この装置は較正のほか、超高層プラズマ粒子、粒子流、電離層内化学反応などの実験にも使用することが出来、利用範囲が広い。

最後に著者の考案した質量分析器を実際のロケット(L-3H-6)に搭載した場合の主要な事項について述べているが、機器の構成、センサーの構造、データの処理までを含む総合的な回路設計、飛翔前較正実験や組立てなどは、此の種の実験をする人々にとって貴重な資料を提供するものである。

これを要するに、本論文は飛翔体に搭載して、上層大気、イオンの組成を測定する装置の開発のため、地上実験室とは異なる困難な周囲条件に対する各種の問題点に対して解決の道を見出し、総合的較正装置の製作によって十分使用にたえる質量分析器を実現したもので、学術上実験上貢献するところがすくなくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものとみとめる。